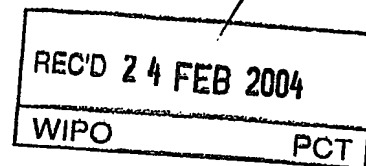


**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 59 975.0

**Anmeldetag:** 19. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:** DaimlerChrysler AG, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Dichtheitsprüfung

**IPC:** G 01 M 3/20

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 25. November 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
im Auftrag

Stech

DaimlerChrysler AG

Herr Schleicher

16.12.2002

Verfahren und Vorrichtung zur Dichtheitsprüfung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Dichtheitsprüfung von flächigem Material, insbesondere Folien.

Bekanntlich werden in zahlreichen Gebieten der Technik flächige Materialien, wie z.B. Folien, benötigt, die frei von Rissen und Löchern und damit gasdicht sind. Beispielsweise werden gasdichte Folien bei der Herstellung von Brennstoffzellenstapeln benötigt, wie sie in Brennstoffzellenfahrzeugen zum Einsatz kommen. Die Folien werden dazu nach ihrer Fertigung auf Gasdichtheit geprüft.

Zur Dichtheitsprüfung von flächigen Materialien sind elektrische Prüfverfahren bekannt, die aber beispielsweise auf elektrisch leitende Folien nicht anwendbar sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein einfaches, universell einsetzbares und effektives Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zur Dichtheitsprüfung zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 3.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren nach Anspruch 1 wird das flächige Material kontinuierlich im Durchlaufverfahren durch eine Prüfkammer hindurch transportiert. Durch das kontinuierliche Transportieren können flächige Materialien wie Folien

mit nahezu beliebiger Größe auf Dichtheit untersucht werden. Die Prüfkammer beinhaltet auf gegenüberliegenden Seiten des hindurchtransportierten Flächenmaterials eine mit Testgas beaufschlagbare Testgaskammer und eine Messkammer, die auf anwesendes Testgas hin überwacht wird. Dadurch können alle denkbaren Materialien, auch elektrisch leitfähige Materialien, einfach und zuverlässig auf Dichtheit geprüft werden.

In einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 2 werden die Testgaskammer und/oder die Messkammer an einem Prüfkammer-Einlasskanal und/oder einem Prüfkammer-Auslasskanal für das flächige Material, das geprüft werden soll, durch einen Gasvorhang abgedichtet, dessen Gasdruck höher ist als der Gasdruck in der Testgaskammer bzw. der Messkammer. Hierdurch wird vermieden, dass das Testgas z.B. aus der Messkammer auströmt, bevor es detektiert wird. Die solchermaßen berührungsfreie Abdichtung vermeidet jegliche Beschädigungsgefahr der Folie, wie sie bei einer taktilen Abdichtung besteht.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung nach Anspruch 3 eignet sich insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2. Diese Vorrichtung weist die Prüfkammer auf, welche die Testgaskammer und die Messkammer auf gegenüberliegenden Seiten des eingebrachten flächigen Materials aufweist. Bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das zu testende Material auf der Seite der Testgaskammer mit Testgas beaufschlagt. Sollte das getestete Material undicht sein, so gelangt Testgas durch das Leck in die Messkammer und wird dort durch eine der Messkammer zugeordnete Testgassensorik detektiert.

In einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 4 weist die Testgaskammer ein offenporiges Material auf. Dieses offenporige Material dient zum einen der Führung des zu prüfenden Materials beim Transport durch die Prüfkammer, zum anderen gewährleistet die Offenporigkeit ein gleichmäßiges Beaufschlagen mit Testgas.

In einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 5 ist es vorgesehen, dass auch die Messkammer ein offenporiges Material aufweist, so dass eine entsprechende messkammerseitige Abstützung für das zu prüfende Flächenmaterial gegeben ist.

In einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 6 weist die Vorrichtung einen Einlasskanal in die Prüfkammer und einen Auslasskanal aus der Prüfkammer für das flächige Material auf, wobei wenigstens einer dieser Kanäle durch einen von einem Druckgas gebildeten Gasvorhang in seinem Lumen gegen die Testgaskammer und/oder die Messkammer berührungsfrei abdichtbar ist.

In einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 7 werden der Einlasskanal und/oder der Auslasskanal von jeweils zwei sich gegenüberliegenden Druckgaskammern begrenzt, die den jeweiligen Gasvorhang mittels eines Druckgases, z.B. Druckluft, erzeugen. In einer Ausgestaltung dieser Maßnahme ist nach Anspruch 8 wenigstens in eine der Druckgaskammern ein offenporiges Material eingebracht. Dieses offenporige Material dient in erster Linie der Führung des eingebrachten flächigen Materials. Zudem gewährleistet die Offenporigkeit ein gleichmäßiges Durchtreten des Druckgases, um den Gasvorhang zu erzeugen.

In einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 9 weist die Vorrichtung eine saugseitig an die Messkammer angekoppelte Vakuumpumpe auf. Durch diese Vakuumpumpe kann Testgas, das im Fall einer Undichtigkeit des Flächenmaterials in die Messkammer gelangt, zuverlässig zur Testgassensorik geleitet werden.

In einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 10 weist die Vorrichtung ein rechnergestütztes Bildverarbeitungssystem zur Grobleckerkennung an der Eintrittsseite der Prüfkammer auf. Durch dieses Bildverarbeitungssystem können größere Le-

ckagen im flächigen Material vor Eintritt des Materials in die Prüfkammer erkannt werden. Dadurch kann verhindert werden, dass zu prüfendes Material mit größeren Leckagen in die Prüfkammer eintritt und die Messkammer mit zu viel Testgas kontaminiert wird.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend beschrieben.

Die einzige Figur zeigt eine Querschnittsansicht einer Vorrichtung zur kontinuierlichen Dichtigkeitsprüfung von Folien.

Die in der Figur dargestellte Vorrichtung 1 zur Dichtigkeitsprüfung weist eine Prüfkammer 1a auf, die ein Gehäuse 2 besitzt, welches aus zwei Hälften 2a und 2b besteht. In die Gehäusehälfte 2b ist eine Testgaskammer 3 integriert. Die Testgaskammer 3 weist in ihrem Inneren ein offenporiges Material 4a auf, in der Figur mit Kreuzen angedeutet. Dieses kann z.B. Moosgummi, Sinterwerkstoff oder ähnliches sein. Die Testgaskammer 3 ist mit einer Zuführeinheit 5 für ein Testgas verbunden. Diese Zuführeinheit für Testgas setzt sich aus einem Testgasreservoir 6 und einem Zuführkanal 7 zusammen. Links und rechts neben der Testgaskammer 3 schließt sich jeweils eine schmale Druckluftkammer 8b an. Ebenso wie die Testgaskammer 3 weisen auch die Druckluftkammern 8b ein offenporiges Material 4b auf. Die Druckluftkammern 8b sind jeweils mit einer Zuführeinheit 9 für Druckluft verbunden. Diese Zuführeinheit 9 für Druckluft setzt sich aus einem Druckluftreservoir 10 und einem Zuführkanal 11 zusammen.

In die Gehäusehälfte 2a ist eine Messkammer 12 integriert. Auch die Messkammer 12 weist in ihrem Inneren ein offenporiges Material 4c auf. Des weiteren ist die Messkammer 12 mit drei Abführkanälen 13 verbunden, über die sie mit einem Testgassensor 14 in Verbindung steht. Der Sensor 14 ist an einen auswertenden Rechner 15 angeschlossen. Des weiteren ist saug-

seitig an die Abführkanäle 13 der Messkammer 12 eine Vakuumpumpe 16 angekoppelt.

Auch in der Gehäusahälfte 2a ist jeweils rechts und links von der Messkammer 12 eine schmale Druckluftkammer 8a integriert, in die jeweils ein offenporiges Material 4d eingebracht ist. Die Druckluftkammern 8a sind ebenfalls mit Zuführeinheiten 9 für Druckluft, bestehend aus einem Druckluftreservoir 10 und Zuführkanälen 11 verbunden. Die Druckluftkammern 8a und 8b beider Gehäusahälften 2a, 2b liegen einander jeweils gegenüber und bilden auf der in der Figur rechten Seite einen Einlasskanal 17 in die Prüfkammer 1a und auf der anderen, in der Figur linken Seite einen Auslasskanal 18 aus der Prüfkammer für eine zu prüfende Folie 19. Die der zu prüfenden Folie 19 zugewandten Flächen des offenporigen Materials 4a, 4b der Testgaskammer 3 sowie der Druckluftkammern 8b bilden zusammen eine plane Fläche. Ebenso bilden die der zu prüfenden Folie 19 zugewandten Flächen des offenporigen Materials 4c, 4d der Messkammer 12 sowie der Druckluftkammern 8a eine plane Fläche.

Die Vorrichtung 1 weist außerdem eine Rollenmechanik mit zwei Rollen 20a und 20b auf. Die beiden Rollen 20a und 20b bewegen sich im vorliegenden Ausführungsbeispiel entgegen dem Uhrzeigersinn. Dabei wird die auf der Rolle 20a befindliche Folie 19 abgerollt, bewegt sich kontinuierlich durch den Einlasskanal 17 in die Prüfkammer 1a, dort durch einen zwischen der Testgaskammer 3 und der Messkammer 12 belassenen Kanal 21 und schließlich durch den Auslasskanal 18 und wird nach dem Austritt aus der Prüfkammer 1a auf die angetriebene Rolle 20b aufgerollt.

Die Vorrichtung 1 weist weiterhin ein rechnergestütztes Bildverarbeitungssystem 22 von an sich herkömmlicher Art zur Grobleckererkennung an der Eintrittsseite der Prüfkammer 1a auf. Erkennt dieses Bildverarbeitungssystem 22 vor dem Eintritt in die Prüfkammer ein größeres Leck in der Folie 19, so

kann der Folientransport unterbrochen werden, so dass ein zu starkes Kontaminieren der Messkammer mit Testgas verhindert werden kann.

Beim Verfahren zur Dichtheitsprüfung der Folie 19 wird nun folgendermaßen vorgegangen. Die zu testende Folie wird wie oben beschrieben kontinuierlich mit Hilfe der Rollen 20a und 20b durch die Prüfkammer 1a geführt. Das in der Testgaskammer 3, der Messkammer 12 sowie den Druckluftkammern 8a, 8b befindliche offenporige Material 4a bis 4d dient zur Führung der Folie 19 durch die Prüfkammer 1a hindurch. Gleichzeitig mit der kontinuierlichen Bewegung der Folie 19 durch die Prüfkammer 1a wird aus dem Testgasreservoir 6 durch den Testgas-Zuführkanal 7 Testgas in die Testgaskammer 3 mit einem bestimmten vorgegebenen Prüfdruck eingebracht. Das Testgas verteilt sich durch das offenporige Material 4 in der Testgaskammer 3 und beaufschlagt die zu testende Folie 19 auf der entsprechenden Seite.

Aus den Druckluftreservoirs 10 wird durch die Zuführkanäle 11 Druckluft in die Druckluftkammern 8a und 8b eingebracht. Die Druckluft wird mit einem etwas höheren Druck in die Druckluftkammern eingebracht als das Testgas in die Testgaskammer 3. Die Druckluft strömt, wie durch zugehörige Strömungspfeile symbolisiert, durch das offenporige Material der Druckluftkammern 8a, 8b und entweicht seitlich nach außen sowie in die Testgaskammer 3 und die Messkammer 12 und bildet so einen Gasvorhang im Einlasskanal 17 bzw. im Auslasskanal 18. Diese Gasvorhänge bilden eine berührungsfreie Abdichtung der Testgaskammer 3 bzw. der Messkammer 12, so dass kein Testgas seitlich aus diesen Kammern ausströmen kann. Wenn die Folie 19 Undichtigkeiten aufweist, gelangt Testgas durch diese Lecke in die Messkammer 12 und wird durch den Sensor 14 nachgewiesen. Die Vakuumpumpe 16 sorgt dafür, dass in die Messkammer 12 gelangendes Testgas zuverlässig zum Sensor 14 geführt wird und somit von diesem sicher erkannt werden kann. Das offenporige Material 4c in der Messkammer 12 bewirkt eine

gleichmäßige Verteilung der Saugwirkung und stellt zudem eine plane Abstützung für die Folie 19 zur Verfügung, wenn diese im Fall eines unbeabsichtigten Nachlassens der Folienspannung vom Testgasdruck und/oder durch die Saugwirkung in Richtung Messkammer gedrückt bzw. gezogen wird.

Es versteht sich, dass die Erfindung außer der gezeigten zahlreiche weitere Realisierungen umfasst. So können je nach Bedarf mehrere parallele Zuführeinheiten für Testgas vorhanden sein. Ebenso können jeder der vier Druckluftkammern mehrere Zuführeinheiten für Druckluft zugeordnet sein. Auch können der Messkammer mehr oder weniger als drei Abführkanäle zugeordnet sein. Es ist auch möglich, dass in einer oder mehreren der genannten Kammern kein offenporiges Material vorhanden ist. Insbesondere ist es möglich, dass nur in die Messkammer und nicht auch in die Testgaskammer offenporiges Material eingebracht ist.

Statt Druckluft sind zur Abdichtung von Testgaskammer bzw. Messkammer auch diverse andere Gase, insbesondere chemisch inerte Gase, wie Stickstoff, Helium etc., einsetzbar. Als Alternative für die beschriebene Rollenmechanik sind beliebige andere herkömmliche Mittel zur kontinuierlichen Bewegung der Folie durch die Prüfkammer hindurch verwendbar.

Als Alternative für den rechnergestützten Sensor ist für den Testgasnachweis beispielsweise auch ein chemischer Sensor (z.B. sich verfärbende Flüssigkeit) verwendbar.



DaimlerChrysler AG

Herr Schleicher

16.12.2002

Patentansprüche

1. Verfahren zur Dichtheitsprüfung von flächigem Material,  
insbesondere Folien,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s

- das flächige Material (19) kontinuierlich im Durch-  
laufverfahren durch eine Prüfkammer (1a) hindurch trans-  
portiert wird, die eine Testgaskammer (3) auf der einen  
Seite des flächigen Materials und eine Messkammer (12)  
auf der anderen Seite des flächigen Materials aufweist,  
und auf der Seite der Testgaskammer einem Testgas mit  
vorgebbarem Prüfdruck ausgesetzt wird und

- das Vorhandensein von Testgas auf der Seite der Mess-  
kammer (12) detektiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, weiter

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s  
die Testgaskammer (3) und/oder die Messkammer (12) an  
einem Prüfkammer-Einlasskanal (17) und/oder einem Prüf-  
kammer-Auslasskanal (18) für das flächige Material durch  
einen Gasvorhang abgedichtet werden, dessen Gasdruck hö-  
her ist als der Gasdruck in der Testgaskammer bzw. der  
Messkammer.

3. Vorrichtung zur Dichtheitsprüfung von flächigem Materi-  
al, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach  
Anspruch 1 oder 2,

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h

- eine Prüfkammer (1a), welche eine Testgaskammer (3)  
und eine Messkammer 12) auf gegenüberliegenden Seiten  
des eingebrachten flächigen Materials aufweist,

- Mittel (20a, 20b) zum kontinuierlichen Transport des flächigen Materials durch die Prüfkammer hindurch,
- eine Zuführeinheit (5) für das Testgas und
- eine der Messkammer zugeordnete Testgassensorik (14).

5

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, weiter  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Testgaskammer (3) ein offenporiges Material aufweist.

10

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, weiter  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Messkammer (1) ein offenporiges Material aufweist.

15

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, weiter  
dadurch gekennzeichnet, dass  
sie einen Einlasskanal (17) in die Prüfkammer und einen Auslasskanal (18) aus der Prüfkammer (1a) für das flächige Material aufweist, wobei wenigstens einer dieser Kanäle durch einen von einem Druckgas gebildeten Gasvorhang in seinem Lumen gegen die Testgaskammer (3) und/oder die Messkammer (12) abdichtbar ist.

20

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, weiter  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Einlasskanal (17) und/oder der Auslasskanal (18) von jeweils zwei sich gegenüberliegenden Druckgaskammern (8a, 8b) begrenzt werden, die den jeweiligen Gasvorhang erzeugen.

25

30

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, weiter  
dadurch gekennzeichnet, dass  
in wenigstens eine der Druckgaskammern (8a, 8b) ein offenporiges Material (4b, 4d) eingebracht ist.

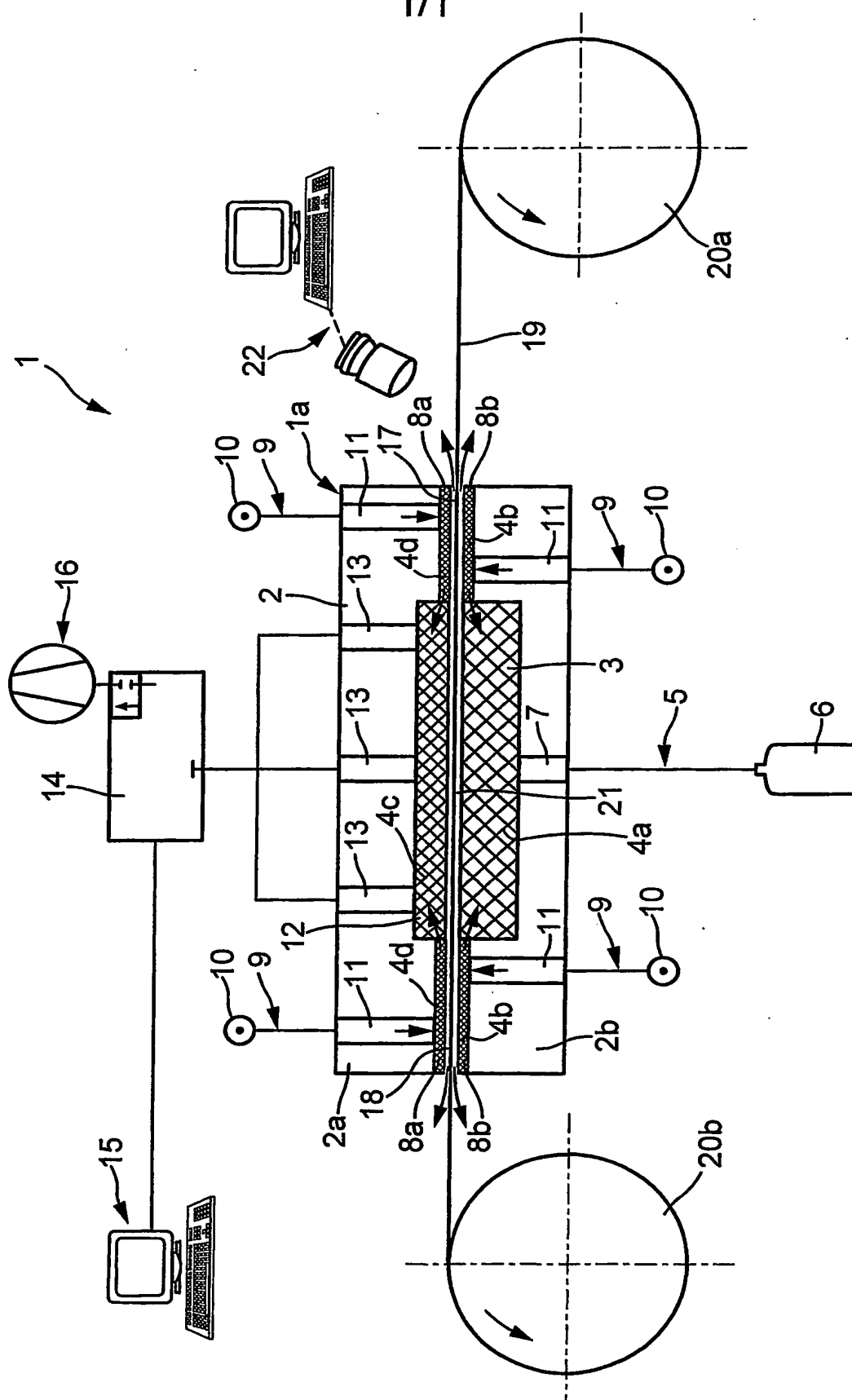
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, weiter  
dadurch gekennzeichnet, dass  
sie eine saugseitig an die Messkammer angekoppelte Vaku-  
umpumpe (16) aufweist.

5

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 9, weiter  
dadurch gekennzeichnet, dass  
sie ein rechnergestütztes Bildverarbeitungssystem (22)  
zur Grobleckerkennung an der Eintrittsseite der Prüfkam-  
mer (1a) aufweist.

10

1/1



DaimlerChrysler AG

Herr Schleicher

16.12.2002

Zusammenfassung

1. Verfahren und Vorrichtung zur Dichtigkeitsprüfung.

5 2.1. Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Dichtheitsprüfung von flächigem Material, insbesondere Folien.

10 2.2. Erfindungsgemäß wird das flächige Material kontinuierlich im Durchlaufverfahren durch eine Prüfkammer hindurch transportiert, die eine Testgaskammer auf der einen Seite des flächigen Materials und eine Messkammer auf der anderen Seite des flächigen Materials aufweist, und auf der Seite der Testgaskammer einem Testgas mit  
15 vorgebbarem Prüfdruck ausgesetzt, und das Vorhandensein von Testgas wird auf der Seite der Messkammer (12) detektiert.

20 2.3. Verwendung z.B. zur Dichtheitsprüfung zwecks Qualitätskontrolle von Folien für Brennstoffzellenstapel.